



TREBALL FINAL DE GRAU



ESCOLA
POLITÈCNICA SUPERIOR
UNIVERSITAT DE LLEIDA
INSPIRING THE FUTURE

Estudiant: Marc Perucho Martos

Titulació: Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

Títol de Treball Final de Grau: Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

Director/a: Carlos Mateu Piñol, Ramon Béjar Torres

Presentació

Mes: Juny

Any: 2020

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

ÍNDEX

1. Memoria	3
1.1 Introducció	3
1.2 Objectiu	4
1.3 Plantejament	4
1.4 Problemes	6
1.5 Resolució de problemes	8
1.6 Decisió i instal·lació de programari	9
1.7 Muntatge i funcionament del Material	10
2. Descripció dels Materials	13
2.1 Velostat-material sensible a la pressió	13
2.2 ESP32/8266	14
2.3 Protoboard	16
2.4 Raspberry pi 4/4G	19
2.5 Lamina de coure adhesiu	26
2.6 Cable	27
3. Possibles millores	28
3.1 Revestiment plantilla i cablejat	28
3.2 Sensor Inclinació	28
3.3 Instal·lació de GPS	29
3.4 Instal·lació auriculars orientatius	29
3.5 Connexió amb smartwatch	29
3.6 Creació de App	29
4. Conclusions	30
5. Bibliografia	31

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

1. Memoria

1.1 Introducció

Aquest projecte tracta de crear una plantilla intel·ligent per introduir-la dins una bota d'esquí i aquesta, ser capaç de corregir la posició de l'esquiador a temps real. Buscant el centre de gravetat i una major estabilitat. L'esquiador a de portar una posició neutra, es a dir ni a avançada ni atraçada.



Figura 1: Exemple d'una posició adequada

Per poder fer tot això pretenc instal·lar una sèrie de sensors de pressió diminuts (amb una amplada extremadament reduïda) en una plantilla fina, ja que si el ample de la plantilla o dels sensors instal·lats en aquesta és considerable dificultaria la introducció a la bota d'esquí, ens reduiria l'espai del peu, inclús fen impossible la utilització de la bóta.

Les dimensions de les botes d'esquí són molt reduïdes i ajustades per la immobilització del peu dins d'aquesta, si no fos així podríem patir alguna caiguda greu a causa de la inestabilitat que això provocaria, a més a més es perdria molta precisió amb l'esquí a l'hora de fer un gir.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

1.2 Objectiu

Aquesta plantilla té com a objectiu corregir la posició tant d'un esquiador expert que busca el perfeccionament de la seva tècnica, com la d'un esquiador inexpert que pretén profunditzar i aprendre més ràpidament a esquiar, ja que el cost d'un monitor és bastant elevat. La plantilla permetria a l'esquiador ficar amb pràctica els consells d'un monitor llogat durant un cert temps, sense agafar mals hàbits ni males posicions, accelerant el procediment d'aprenentatge i reduint considerablement les hores i el cost de monitor.

Finalment el que obtenim amb aquesta plantilla és el coneixement de si portem una posició centrada en tot moment, ja que la tendència d'un esquiador inexpert és la d'anar inclinat endarrere a conseqüència de la por a caure, la d'un esquiador expert és la d'anar inclús massa endavant o en alguna virolla perdre la posició arribant a inclinar-se una mica endarrere. La plantilla ens donaria informació durant tot el trajecte ajudant a corregir els punts necessaris.

1.3 Plantejament

Principalment després de reunir-me amb el meu tutor i ajuntant la idea que portava i la seva experiència. Vam començar a buscar quins serien els materials que millor s'ajustarien i amb els que havia de treballar.

Per a rebre la informació dels sensors vam quedar en utilitzar un ESP8266 (Arduino), però amb això vam trobar un problema, podríem processar les dades cap a algun dispositiu que ens interesses per via Bluetooth o via Wi-Fi, però la memòria de l'ESP és molt reduïda per el que no tindríem on guardar les dades, al mateix temps pensàvem en com l'alimentaríem contant que aquesta anava a la bota d'esquí i clar a la bota d'esquí no i podem instal·lar segons que, ja que seria molestos per a l'esquiador portar una cosa molt aparatosa. Doncs va sorgir la idea d'utilitzar una Raspberry pi Zero amb un muntatge instal·lat en aquesta que ens permetia alimentar-la si és volgués amb una pila sense consumir molt espai, de cara

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

portar-ho a la bota, a més a més la Raspberry pi ens permetria guardar dades, ja que du una memòria i una targeta SD.

Bé tot el que havíem d'aconseguir era comunicar l'ESP amb la Raspberry pi, guardar i processar les dades cap a alguna aplicació o web, així l'esquiador podria rebre informació a temps real i a més li quedarien les dades registrades dins la memòria, podent-les consultar quant volgués.



Figura 2: ESP8266



Figura 3: Raspberry Pi Zero

A continuació mostro els sensors inicials, amb els que vaig començar a fer les primeres proves de pressió.



Figura 4: Sensors inicials

En un principi pintaven molt bé, ja que tenen molt poc gruix i pel que hi ficava a les especificacions ens podien donar una sèrie de valors adequats, tot i que finalment no va ser així i els valor obtinguts no donaven la informació que buscava.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

Un cop fet el plantejament inicial vaig començar a fer el muntatge aconseguint primer que l'ESP dones els valors dels sensors de pressió.

Un cop rebia els valors del sensor de pressió, m'adono que el rang de valors que s'obtenia d'aquest tipus de sensor no era suficient per a fer una bona lectura de la pressió que pot fer una persona en posar-se damunt, ja que amb la força que aplicava amb un dels dits de la mà ja arribava al seu valor màxim, per tant vaig ficar a buscar altres tipus de sensors i més o menys eren tots del mateix estil o de dimensions i costos massa elevats pel que jo buscava.

1.4 Problemes

Primer de tot vull afegir: quant buscava informació sobre els sensors i sobre el que volia fer vaig descobrir que un noi havia inventat una plantilla com la que tenia pensada jo, això en un principi va ser una decepció cap ami, ja que jo estava convençut que no existia res així, era conscient que fa uns anys un home Francès dissenyador d'una marca d'esquís, si no vaig equivocat, de la marca Black Crows exactament, havia proposat de crear unes plantilles del mateix estil, però mai u havia tirat endavant.

Tot i estar inventat, estava motivat de crear unes plantilles amb les quals inclús poder arribar a competir al mercat en un futur, no sols centrar-me amb la idea de fer un bon TFG "sóc un apassionat de l'esquí i l'electrònica" sinó amb la idea de poder ajudar a molts esquiadors amb aquesta plantilla.

Així vaig començar a pensar com podia tenir la més mínima oportunitat de competir amb una cosa tant ven dissenyada com eren aquelles plantilles. En començar a recopilar informació m'adono que tenien un cost molt elevat per a poder complir un dels dos objectius que tenien.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

L'objectiu d'ensenyar amb un esquiador inexpert, i clar aquelles plantilles tenen un cost d'uns 300-400 dòlars, un preu massa elevat pel que es pretén aconseguir amb aquestes plantilles.

Fico un exemple ara d'un esquiador inexpert que té moltes ganes d'aprendre a esquiar i portar una bona tècnica, però econòmicament no es pot permetre un monitor totes les hores que li agradaria "l'esquí no és un esport gens econòmic", per el que aprendre a esquiar i portar una bona tècnica li suposarà una quantitat de temps i diners que potser no vol invertir,

ja que els seus companys o amics ja saben esquiar i sempre el deixen endarrere quan esquien junts.

Clarament si no pot pagar totes les hores que ell voldria d'un monitor per aprendre a esquiar el més ràpid possible i poder seguir als seus companys, com a de poder permetre's 300-400 dòlars amb unes plantilles.

Aquí va sorgir la meua idea per poder arribar a competir contra unes plantilles tan sofisticades i tant ven fetes com són les plantilles Carv era dissenyar unes plantilles low-cost "econòmiques" que pràcticament pogués comprar-se tothom, tot i pagar un monitor no suposés una despesa important.

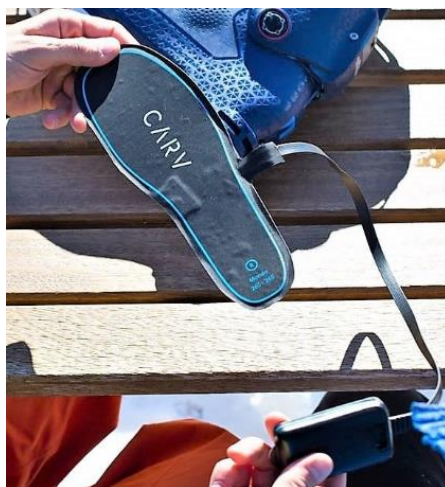


Figura 5: Plantilla Carv

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

1.5 Resolució de problemes

Com he comentat anteriorment els sensors inicials no complien les expectatives així que havia de canviar els sensors de pressió per aconseguir un rang de valors major, i d'aquesta manera obtindré una millor precisió. Els sensors comercials que complien els requisits pujaven massa de cost per el que ja no m'interessava un sensor amb un preu més elevat si volia aconseguir unes plantilles low-cost.

A més a més l'ESP8266 no disposa de moltes sortides, per tant hauria de ficar un multiplexor per aconseguir ficar una quantitat de sensors competent amb les que duia la plantilla Carv i no perdre efectivitat ni precisió.

Vaig començar a investigar com podia instal·lar una quantitat de sensors adequada, econòmica i efectiva fins a donar amb un material anomenat velostad.

Consta d'una mena de lona resistiva, aquest material permetia dissenyar els sensors al meu gust i és molt econòmica, vaig comprar un bussi del material i vaig començar a fer proves, havia aconseguit els sensors que buscava, ja que fent una matriu de coure juntament amb el Velostad podria fer la quantitat de sensor que desitges. Seguidament vaig ficar a investigar de quina manera podria aconseguir més sortides Analògiques sense consumir més espai del qual tenia, i d'aquesta manera no haver d'instal·lar multiplexor o altres dispositius. Doncs m'adono que la nova ESP32 disposa d'una quantitat elevada de sortides Analògiques, així que vaig comprar una ESP32, per tal d'aconseguir les sortides desitjades i prescindir del multiplexor.

En un principi volia provar de fer el projecte amb l'ESP32 sola fent un lector de targeta SD i guardant les dades en aquesta i prescindint de la Raspberry Pi, però mentre duia a terme el muntatge m'adono que amb l'ESP32 sola no podria processar les dades creant una base de dades i un servidor web per tal de poder veure la informació a temps real, sols podria guardar la informació per tal de poder-la veure un cop finalitzada la baixada o inclús el dia d'esquí, ja que haguera de treure l'SD i connectar-la amb un altre dispositiu per poder veure la informació.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

Així que no podria prescindir de la Raspberry Pi, ja que aquesta sí que hem permetria rebre les dades amb un base de dades i processar-les a la web, aconseguint veure-les a temps real sense tenir de treure l'SD de l'ESP i muntar-la amb un altre dispositiu, sinó que connectant-se a la web ja les podria veure.

1.6 Decisió i instal·lació de programari

Després de comentar-li al meu tutor com duia el projecte i quins eren els següents objectius, m'aconsella instal·lar i utilitzar a la Raspberry Pi, InfluxDB com a base de dades (encarregada de rebre les dades de l'ESP i guardar-les per ser processades des de Grafana), Grafana serveix per processar les dades i poder fer un dashboard (espai de visualització de dades), Grafana és una multiplataforma que permet fer mapatge de calor (Heatmap) que podria ser molt útil per la visualització dels punts o fer diferents Gràfiques i així conèixer la informació de manera senzilla i visual. D'aquesta manera qualsevol persona que vulgui consultar els punts de pressió els podria veure de manera entenedora i a temps real, a continuació mostro una imatge de la plantilla finalitzada.

Un cop instal·lat InfluxDB i Grafana a la Raspberry Pi, creo un dashboard i al començar a rebre dades a Grafana m'adono que Grafana mes una eina molt útil de cara beure punt per punt de la plantilla, ja que la gràfica, heatmap o qualsevol representació que m'ofereix Grafana. Les gràfiques donaran una representació de quanta pressió s'aplica en cada punt i a més a més el fet de poder ficar les gràfiques de cada punt com a pantalla inicial (dashboard) permetrà que l'instructor o usuària que utilitzi la plantilla es pugui centrar en els punts més desitjats o de major importància per a ells.



Figura 5: Exemple gràfiques Grafana

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

Tot i això, si en un futur s'arribés a crear una aplicació i ampliar la funcionalitat de la plantilla, l'ideal seria crear una imatge com la que utilitzen els podòlegs, on l'esquiador o instructor que u està consultant tingues una imatge representativa, d'una plantilla amb diferents tonalitats de color en funció s'apliqui més o menys pressió en cada punt.

1.7 Muntatge i funcionament del Material

A continuació plantejo com dissenyar el màxim de punts possibles per registrar valors de pressió amb l'espai d'una plantilla, és a dir tenir el màxim de sensors possibles amb les 15 sortides analògiques que porta la nova ESP32 i és que clar dissenyar sensors diminuts per poder obtenir una quantitat raonable de sensors amb el material velostad és molt complicat, ja que el sensor no es crea simplement amb un tros de tela sinó que és més complex del qual sembla.

Com funciona el material velostad: es tracta de crear una resistència variable, ficant una pel·lícula de coure (com podria ser un cable pelat) en una cara del material pel qual s'alimentarà amb tensió i una altra pel·lícula de coure en l'altra cara del material velostad pel qual es registraran els valors de tensió, la funció que té aquest material és dificultar el pas de la tensió a l'aplicar-li pressió.



Figura 6: Primer sensor creat

Per aconseguir un funcionament adequat i tenir el major, números de sensors possibles he dissenyat una matriu de coure per cada cara del material. En cada punt on coincideix el coure de la matriu serà un sensor d'aquesta manera puc instal·lar tants sensors com es vulgui.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

La plantilla Carv porta quasi 50 sensors per una major sensibilitat i precisió, jo he aconseguit instal·lar 75 sensors fent una matriu de coure juntament amb el material Velostad, com mostro a continuació amb les diferents imatges de l'evolució de la plantilla.

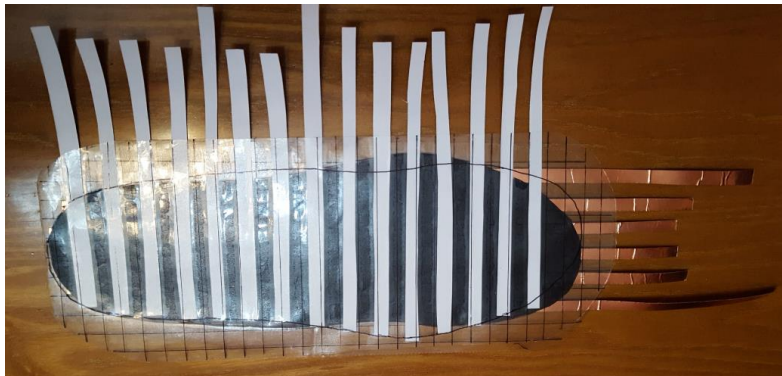


Figura 7: Primer prototip Plantilla

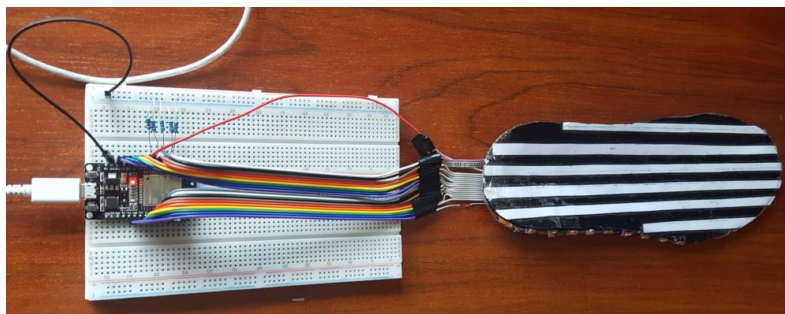


Figura 8: Plantilla semiacabada funcionant



Figura 9: Plantilla definitiva

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

Com farem funcionar aquest sensor amb la nostra ESP: es fa un circuit anomenat divisor de tensió com el que es mostra en la següent figura.

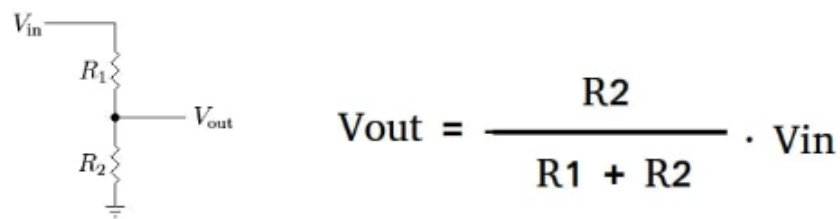


Figura 10: Esquema i equació d'un divisor de tensió

D'aquesta manera s'alimenta la resistència variable amb els 3,3V que proporciona l'ESP per l'altre extrem es connecta una resistència de 1KΩ per tal de fer el divisor de tensió i l'altre extrem de la resistència 1KΩ anirà a terra tancant el circuit, finalment entre les dues resistències treure un cable que anirà connectat a una de les sortides analògiques de l'ESP, aquesta sortida serà l'encarregada de donar-nos els valors de les diferents pressions aplicades al sensor.

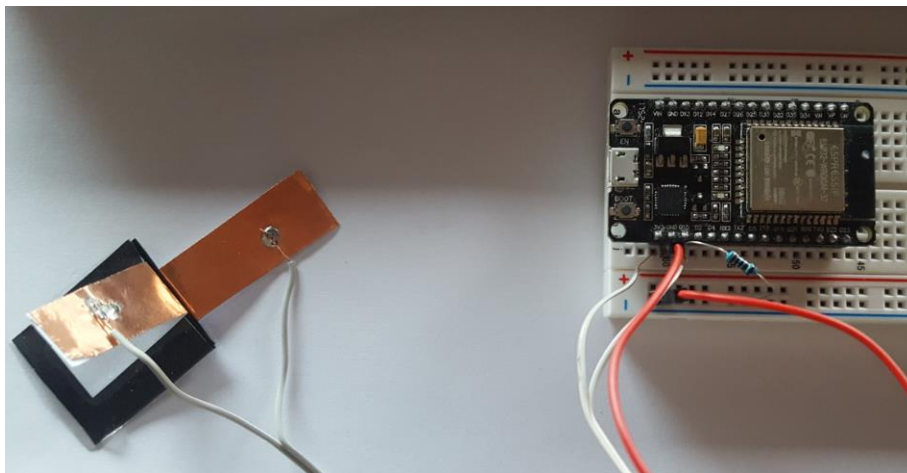


Figura 11: Primer sensor crear amb Velostad en funcionament amb el divisor de tensió

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

2.Descripció dels Materials

2.1 Velostat-material sensible a la pressió

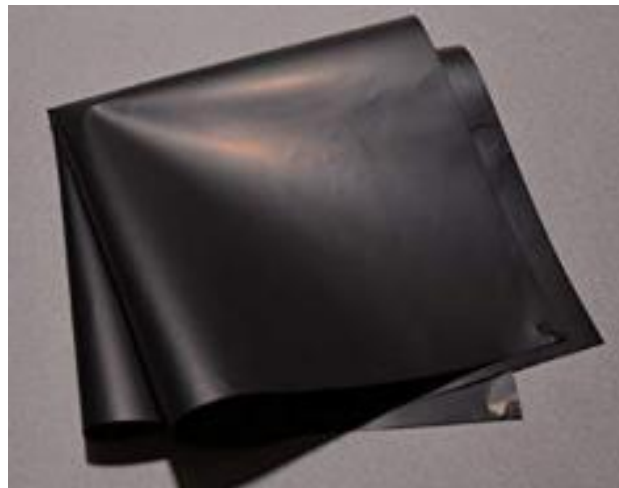


Figura 12: Material Velostat

Velostat és un material conductiu, un complement interessant per un projecte de e-tèxtil, ja que és sensible a la pressió: aprestant-lo, es redueix la seva resistència. És per tant ideal per fer sensors flexibles de pressió.

El material velostat es molt menys costos que els sensors de pressió o de flexió disponibles al mercat, per eliminar les arrugues dures, simplement s'estira sobre una taula i es posa un pes com podria ser el d'un llibre per aplanar-lo.

Es ven per metre, i l'ample és de 90 cm. Les unitats d'aquest producte corresponen als metres que tallem d'aquest material. Per exemple si agafes dos unitats es talla un sol tros de 2 metres de Velostat.

A causa de les seves propietats de canviar la seva resistència amb flexió o pressió, s'està tornant popular entre els aficionats a la fabricació de sensors econòmics per a experiments amb microcontroladors. Un exemple d'aquests és fer sabates que s'il·luminin quan l'usuari

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

fa una passa. Donat que la resistència del circuit es redueix quan s'aplica pressió, aquesta lectura pot indicar quan s'aplica o es treu pes de les sabates.

Informació tècnica del velostat:

- Límits de temperatura -45°C to 65°C
- Resistència transversal: <500 ohms-cm
- Resistència superficial: <31,000 ohms/sq.cm
- Dimensions: 1m x 90cm

2.2 ESP32/8266



Figura 13: ESP32

El mòdul de l'ESP32 es un mòdul amb diverses millores respecte als altres ESP, com sèrie l'ESP8266 o l'ESP12. Té un processador més ràpid de doble nucli.

Per comunicar-se amb l'exterior té una connexió, wifi i una nova connexió Bluetooth.

Disposa de 520kb de memòria SRAM i 16 MBytes de memòria flash.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

Alguna altra millora que té, es el número de GPIO, entre elles disposem de 12 entrades analògiques.

Característiques de NodeMCU amb ESP32:

- Processador ESP8266, de 32 bits, 160Mhz o 240Mhz de Tensilica doble nucli.
- 520 KiB de SRAM.
- 448 KiB de ROM.
- Memoria Flash de 128Megabits (16MegaBytes).
- Tensió de treball de 3,3V.
- Intensitat de consum de 50mA aproximadament tot i que te pics de mes de 300mA.
- Protocol 802.11 b/g/n.
- Wifi Direct (P2P) soft-AP.
- Stack TCP/IP.
- Interface WIFI a 2.4 Ghz.
- Bluetooth BLE v4.2.
- Posador per Flash.
- Polsador per Reset
- Connector micro usb.
- 36 pins GPIO (input-Output).
- Chip CH340G dedicat a USB-UART.
- 10 sensors Touch.
- Sensor de distància TOF.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

Comparativa de les principals característiques de les dues ESP.

Especificació	ESP8266	ESP32
MCU	Xtensa Single-Core 32-bit L106	Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 600 DMIPS
802.11 b/g/n Wi-Fi	Sí, FT20 (banda de 20MHz)	Sí, HT40 (banda de 40 MHz)
Bluetooth	No	Sí, versió 4.2 i anteriors
Freqüència típica	80 MHz	160 MHz
SRAM	160KBytes	512 Kbytes
Flaix	SPI, fins a 16 Mbytes	SPI, fins a 16 Mbytes
GPIO	17	36
Hardware / Software PWM	No/8 canals	1/16 canals
SPI / I2C / I2S / UART	2/1/2/2	4/2/2/2
ADC	de 10 bits	de 12 bits
CAN	No	1
Ethernet MAC	No	1
Sensor Touch	No	Sí
Sensor de Temperatura	No	Sí

Figura 14: Taula comparativa entre ESP32 i ESP8266

2.3 Protoboard

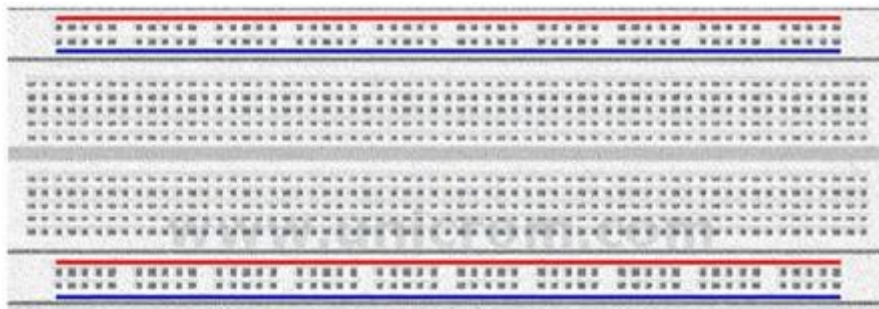


Figura 15: Imatge d'una protoboard

Descripció:

Les protoboard és una eina fonamental en l'àmbit de l'electrònica. Bàsicament és una caixa de plàstic amb orificis connectats entre si, que permet crear un circuit sense la

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

necessitat de soldar cables o components. També es diuen breadboards o placa de circuits. Ban molt bé per dissenyar i testejar els circuits abans d'anticipar-te a fabricar un circuit imprès permanentment (PCB).

Perquè el circuit funcioni sobre la protoboar, tan sols és té que inserta els components en els petits orificis i ajuntar-los amb els cables. El millor de tot és que les protoboards són reutilitzables. Com els components no estan soldats podem canviar el disseny dels circuits sempre que és vulgui.

Amb una protoboar, es poden fer molts prototips de tota mena de dispositius, des de circuits simples fins a circuits complexos com ja sèrie el d'un ordinador. *NOTA: Les protoboards no estan pensades per connexions d'alta intensitat o circuits d'alt voltatge.

Les protoboars venen marcades amb números i lletres per facilitar al màxim la col·locació de cada componen.

La distancia entre els orificis és de 2,54mm (0.1"). (0.1" = 0.1 polsades). També se li diu llama de pas (pitch en inglés).

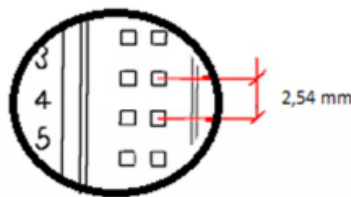


Figura 16: Distancia entre pun i pun d'una protoboar

En l'interior de la protoboar trobem varies peces de metall conductor(coure, estany, níquel) que connecten els orificis entre si (En horitzontal i en vertical).

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador



Figura 17: Imatge interna d'una protoboard

La protoboard està formada per 4 seccions: 2 seccions externes (Busos) i 2 seccions internes (Pistes) i un canal central que divideix la protoboard per la mitat i impedeix el pas de l'electricitat entre carrils.

Normalment els Busos s'utilitzen per alimentar el circuit i les Pistes per connectar els components.

El habitual en les seccions internes és que hi hagin 5 pistes de forats a cada costat del canal central els orificis del canal esquerre amb les lletres A, B, C, D i E mentre que al canal dret hi ha les lletres F, G, H, I i J.

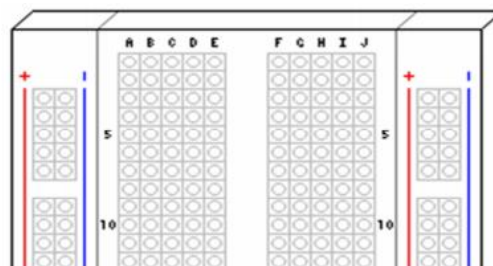


Figura 18: Imatge amb les numeracions per lletres d'una protoboard

La protoboard incorpori unes pestanyes als seus laterals que permet ajuntar varies protoboards per formar una superfície de prototip més gran...

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

2.4 Raspberry pi 4/4G



Figura 19: Imatge de la nova Raspberry Pi4B

2.4.1 Introducció

El Raspberry Pi 4 Model B (Pi4B) és el primer d'una nova generació de computadores Raspberry Pi compatibles més memòria RAM i amb rendiment de CPU, GPU i E / S millorats de manera saginosa;

El Pi4B disponible amb 1, 2 i 4 gigabytes de SDRAM LPDDR4.

2.4.2 Característiques

2.4.2.1 Maquinari

- Quad core ARM-Cortex A72 de 64 bits que funciona a 1,5 GHz
- Opcions de RAM 1, 2 i 4 Gigabytes LPDDR4
- De codificació de maquinari H.265 (HEVC)(fins a 4Kp60)
- De codificació de maquinari H.264 (fins a 1080p60)
- Gràfics 3D VideoCore VI
- Admet una sortida de pantalla HDMI doble fins a 4Kp60

2.4.2.2 Interfícies

- LAN sense fil 802.11 b / g / n / ac
- Bluetooth 5.0 amb BLE

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

- 1x targeta SD
- 2 ports micro-HDMI que admeten visualitzacions dobles de fins a una resolució de 4Kp60
- 2x ports USB2
- 2x ports USB3
- 1x port Ethernet Gigabit (admet PoE amb addició de PoE HAT)
- 1x port de càmera Raspberry Pi (MIPI CSI de 2 carrils)
- 1x port de pantalla Raspberry Pi (2-carrils MIPI DSI)
- 28x usuaris GPIO que admeten diverses opcions d'interfície:
 1. Fins a 6x UART
 2. Fins a 6x I2C
 3. Fins a 5x SPI
 4. 1x interfície SDIO
 5. 1x DPI (pantalla RGB paral·lela)
 6. 1x PCM
 7. Fins a 2 canals PWM
 8. Fins a 3 sortides GPCLK

2.4.2.3 Programari

- Conjunt d'instruccions ARMv8
- Pila de programari Linux madura
- Desenvolupament i mantingut activament
 1. Suport recent del nucli Linux
 2. Molts controladors aigües amunt
 3. Usuari estable i ben suportat
 4. Disponibilitat de funcions GPU mitjançant API estàndard

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

2.4.3.Especificació mecànica

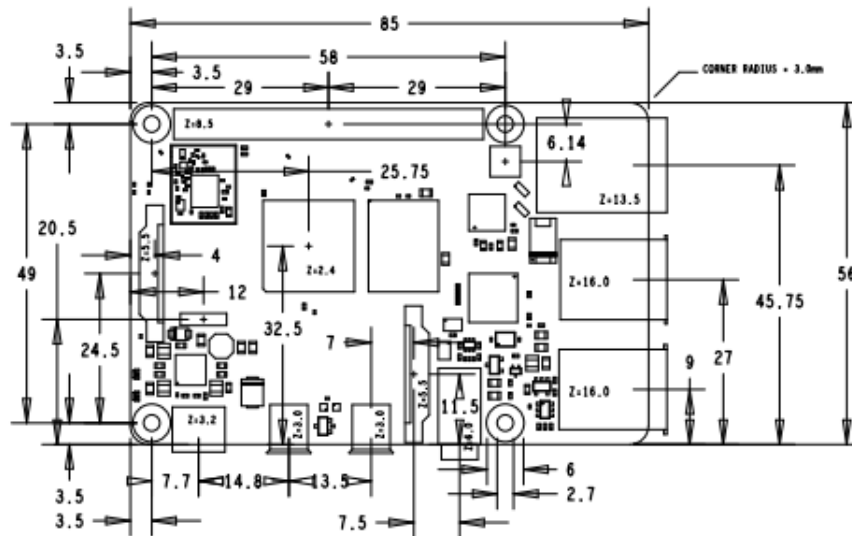


Figura 20: Especificació mecànica i distàncies de la Raspberry Pi4B

2.4.4 Especificació elèctrica

Precaució! Destaca per sobre dels enumerats a la taula 2, pot causar danys permanents al dispositiu. Això és només una classificació de l'estrès;

Les condicions de qualificació per a períodes prolongats, poden afectar la fiabilitat del dispositiu.

Symbol	Parameter	Minimum	Maximum	Unit
VIN	5V Input Voltage	-0.5	6.0	V

Figura 21: Taula2

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

Symbol	Parameter	Conditions	Minimum	Typical	Maximum	Unit
V_{IL}	Input low voltage ^a	VDD_IO = 3.3V	-	-	TBD	V
V_{IH}	Input high voltage ^a	VDD_IO = 3.3V	TBD	-	-	V
I_{IL}	Input leakage current	TA = +85°C	-	-	TBD	μA
C_{IN}	Input capacitance	-	-	TBD	-	pF
V_{OL}	Output low voltage ^b	VDD_IO = 3.3V, IOL = -2mA	-	-	TBD	V
V_{OH}	Output high voltage ^b	VDD_IO = 3.3V, IOH = 2mA	TBD	-	-	V
I_{OL}	Output low current ^c	VDD_IO = 3.3V, VO = 0.4V	TBD	-	-	mA
I_{OH}	Output high current ^c	VDD_IO = 3.3V, VO = 2.3V	TBD	-	-	mA
R_{PU}	Pullup resistor	-	TBD	-	TBD	kΩ
R_{PD}	Pulldown resistor	-	TBD	-	TBD	kΩ

^a Hysteresis enabled

^b Default drive strength (8mA)

^c Maximum drive strength (16mA)

Figura 22: Taula3

Pin Name	Symbol	Parameter	Minimum	Typical	Maximum	Unit
Digital outputs	t_{rise}	10-90% rise time ^a	-	TBD	-	ns
Digital outputs	t_{fall}	90-10% fall time ^a	-	TBD	-	ns

^a Default drive strength, CL = 5pF, VDD_IO = 3.3V

Figura 23: Taula4



Figura 24: Caracteristiques Digital IO

2.4.4.1 Requisits d'energia

El Pi4B requereix una font d'alimentació USB-C de bona qualitat capaç de lliurar 5V a 3A. Si s'adjunta els dispositius USB, aigües avall consumeixen menys de 50 mA, es pot utilitzar un subministrament de 5 V, 2,5 A.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

2.4.5 Perifèrics

2.4.5.1 Interfície GPIO

El Pi4B fa disponibles 28 GPIO BCM2711 mitjançant una capçalera estàndard Raspberry Pi de 40 pins.

Totes les juntes anteriors de Raspberry Pi amb una capçalera de 40 direccions.

2.4.5.1.1 Assignament de pins GPIO

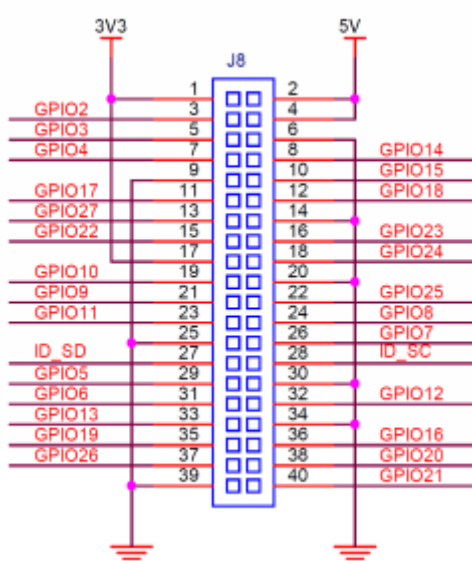


Figura 25: Connexions PINOUT GPIO

A més de poder utilitzar-se com a entrada i sortida controlades de programari senzill (amb estiraments graduables), els pins GPIO es poden canviar (multiplexats) en diversos altres modes recolzats mitjançant determinats blocs perifèrics indicats com I2C, UART i SPI.

A més de les opcions perifèriques estàndard que es troben en els antics perifèrics I2C, UART i SPI s'han afegit al xip BCM2711 i estan disponibles com a opcions de MUX més al Pi4. Això dona els usuaris molta més flexibilitat a l'hora d'adjuntar maquinari complementari en comparació amb models anteriors.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

2.4.5.1.2 Funcions alternatives GPIO

GPIO	Default	Pull	ALT0	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5
0	High	SDA0	SA5	PCLK	SPI3_CE0_N	TXD2	SDA6	
1	High	SCL0	SA4	DE	SPI3_MISO	RXD2	SCL6	
2	High	SDA1	SA3	LCD_VSYNC	SPI3_MOSI	CTS2	SDA3	
3	High	SCL1	SA2	LCD_HSYNC	SPI3_SCLK	RTS2	SCL3	
4	High	GPCLK0	SA1	DPI_D0	SPI4_CE0_N	TXD3	SDA3	
5	High	GPCLK1	SA0	DPI_D1	SPI4_MISO	RXD3	SCL3	
6	High	GPCLK2	SOE_N	DPI_D2	SPI4_MOSI	CTS3	SDA4	
7	High	SPI0_CE1_N	SWE_N	DPI_D3	SPI4_SCLK	RTS3	SCL4	
8	High	SPI0_CE0_N	SD0	DPI_D4	-	TXD4	SDA4	
9	Low	SPI0_MISO	SD1	DPI_D5	-	RXD4	SCL4	
10	Low	SPI0_MOSI	SD2	DPI_D6	-	CTS4	SDA5	
11	Low	SPI0_SCLK	SD3	DPI_D7	-	RTS4	SCL5	
12	Low	PWM0	SD4	DPI_D8	SPI5_CE0_N	TXD5	SDA5	
13	Low	PWM1	SD5	DPI_D9	SPI5_MISO	RXD5	SCL5	
14	Low	TXD0	SD6	DPI_D10	SPI5_MOSI	CTS5	TXD1	
15	Low	RXD0	SD7	DPI_D11	SPI5_SCLK	RTS5	RXD1	
16	Low	FL0	SD8	DPI_D12	CTS0	SPI1_CE2_N	CTS1	
17	Low	FL1	SD9	DPI_D13	RTS0	SPI1_CE1_N	RTS1	
18	Low	PCM_CLK	SD10	DPI_D14	SPI6_CE0_N	SPI1_CE0_N	PWM0	
19	Low	PCM_FS	SD11	DPI_D15	SPI6_MISO	SPI1_MISO	PWM1	
20	Low	PCM_DIN	SD12	DPI_D16	SPI6_MOSI	SPI1_MOSI	GPCLK0	
21	Low	PCM_DOUT	SD13	DPI_D17	SPI6_SCLK	SPI1_SCLK	GPCLK1	
22	Low	SD0_CLK	SD14	DPI_D18	SD1_CLK	ARM_TRST	SDA6	
23	Low	SD0_CMD	SD15	DPI_D19	SD1_CMD	ARM_RTCK	SCL6	
24	Low	SD0_DAT0	SD16	DPI_D20	SD1_DAT0	ARM_TDO	SPI3_CE1_N	
25	Low	SD0_DAT1	SD17	DPI_D21	SD1_DAT1	ARM_TCK	SPI4_CE1_N	
26	Low	SD0_DAT2	TE0	DPI_D22	SD1_DAT2	ARM_TDI	SPI5_CE1_N	
27	Low	SD0_DAT3	TE1	DPI_D23	SD1_DAT3	ARM_TMS	SPI6_CE1_N	

Figura 26: Raspberry Pi 4 GPIO Alternate Functions

Aquesta taula detalla l'estat de tracció predeterminada dels pins i les funcions GPIO alternatives disponibles.

2.4.5.1.3 Interfície paral·lela de visualització (DPI)

Les GPIO estan disponibles per a una interfície RGB (DPI) paral·lela estàndard.

Aquesta interfície paral·lela és de fins a 24bits pot

2.4.5.1.4 Interfície SD / SDIO

El Pi4B té una presa de targeta SD dedicada que suporta el mode DDR50 de 1,8V (un amplada de banda màxim de 50 Megabytes / seg). A més, està disponible una interfície SDIO heretada als pins GPIO.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

2.4.5.2 Interfícies de càmeres i visualitzacions

El Pi4B té 1x càmera MIPI CSI de 2 carrils Raspberry Pi i 1x pantalla Raspberry Pi de 2 carrils MIPI DSI connector. Aquests connectors són compatibles amb les plaques i el suport compatibles amb Raspberry Pi totes les perifèriques disponibles per a càmeres Raspberry Pi i pantalles.

2.4.5.3 USB

El Pi4B té 2x USB i 2x USB3 tipus A. El corrent USB descendent està limitat a aproximadament Totalment 1,1A en total sobre els quatre endolls.

2.4.5.4HDMI

El Pi4B té 2x ports micro-HDMI, ambos donen suport a CEC i HDMI 2.0 amb resolucions fins a 4Kp60.

2.4.5.5 Àudio i compost (sortida de TV)

El Pi4B és compatible amb una sortida d'àudio analògica de qualitat quasi CD i una sortida de TV composta mitjançant un TRS de quatre anells Presa "A / V".

La sortida d'àudio analògica pot conduir directament auriculars de 32 Ohm.

2.4.5.6 Els intervals de temperatura i tèrmics

La temperatura de funcionament ambient recomanada és de ' a 50 graus Celsius.

Per reduir la sortida tèrmica en ralenti o sota càrrega de llum, el Pi4B redueix del rellotge de la CPU i voltatge. Durant la càrrega més gran, la velocitat i la tensió (i per tant la sortida tèrmica) augmenten. El governador intern accelera la velocitat i la tensió de la CPU per assegurar-se que la temperatura de la CPU mai supera els 85 graus C.

El Pi4B funcionarà perfectament sense cap tipus de refrigeració addicional i està dissenyat per a un rendiment de velocitat –

S'espera que es faci un cas d'ús lleuger com a mitjana i que augmenti la velocitat de la CPU quan sigui necessari una pàgina web. Si un usuari vol carregar el sistema de forma contínua o operar-lo a la màxima durada pot ser que necessiti un rendiment més gran.

2.4.6 Disponibilitat

Raspberry Pi garanteix la disponibilitat Pi4B fins a almenys gener de 2026.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

2.5 Lamina de coure adhesiu



Figura 27: Imatge Rollo de laminatge de coure adhesiu

Aquest laminatge de coure és molt útil per fer tota mena de treballs manuals, també ens serveix per a transformadors, telèfons mòbils, ordinador portàtils, pda, pdp, i el monitor LCD, pc, copiadora, reparacions elèctriques, soldadures, circuit de posada a terra i d'altres.

Conductor de doble cara, la part exterior del conductor de coure pot ser conductor, dintre del pega (és Hot-sensitiva) pega acrílic que es pot soldar també. La cinta té una dimensió ideal per crear circuits de paper com per exemple el de la nostra plantilla, es pot manipular i donar la forma que es desitgi.

Fàcil d'utilitzar i treure, un costat té el recobriment adhesiu transparent gluethe blindaje emi ha quick peel paper raspallo, fàcil de desenganxar. Protegeix els dispositius d'interferències electromagnètiques i radiofreqüències.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

Com a avantatges:

La cinta té unes dimensions ideals per fer tota mena de circuit.

Protegeix els dispositius.

Fàcil utilització.

Conductora.

Com inconvenients:

Requereix un manteniment cada cert temps.

La fragilitat de la cinta.

2.6 Cable



Figura 28: Imatge cable protoboard

- El cable té una mida de 20cm/8 polsades. Calibre del Cable: 28 AWG
- Els cables es poden separar per formar un conjunt que contingui el nombre de cables que es necessiti per a la seva connexió i d'aquesta forma adaptar-se a connectors imparells no estàndards.
- Material: Alumini revestit de coure (CCA) amb característiques de bona conductivitat elèctrica, baixa densitat i resistent a la corrosió. Fàcil de soldar i manipular.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

3. Possibles millores

Primer de tot m'agradaria comentar que és un projecte que tinc al cap des de fa molt, però per falta d'experiència i temps no he pogut fer tot el que m'agradaria per el que puc dir que continuaré aprenent i treballa-hi fins obtindré el resultat desitjat així que en aquest apartat comentaré les idees que tinc futures i com millorar el projecte fet fins ara.

Bé la plantilla que estic dissenyant és una plantilla que té com a finalitat corregir la posició de l'esquiador aquesta plantilla va dins la bota d'esquí com tothom sap la neu és humida i amb temperatures extremes segons el gelada que sigui, per el que la plantilla hauria d'estar revestida i protegida amb un material aïllant del fred i la humitat com podria ser un revestiment de silicona, a mes a mes avui en dia la tecnologia ha avançat considerablement per el que penso que en l'època en la qual estem seria interessant que amés a més de registrar els punts de pressió també estaria bé conèixer la velocitat, la inclinació o inclús el traçat exacte de l'esquiador. Doncs bé a continuació ficaré una llista de les possibles millores i de com actualment penso que les realitzaria:

3.1 Revestiment plantilla i cablejat

Revestiment de la plantilla, cablejat i ESP32 amb el seu respectiu orifici per a l'alimentació (escotilla per a poder canviar la pila) amb l'ajuda d'una impressora 3D i tenint en compte les possibles filtracions d'aigua o humitat o temperatures extremes que pot tindre la plantilla, és a dir fen estancs tots els punts de la plantilla incloent l'orifici per canviar la pila i triant el material adequat.

3.2 Sensor Inclinació

Instal·lació d'un sensor d'inclinació, juntament amb l'ESP32 instal·laria un sensor d'inclinació amb el fi de conèixer la inclinació que porta l'esquiador en el moment exacte en què aplica més pressió de la desitjada, d'aquesta manera l'esquiador pot obtenir més informació i saber amb gran exactitud a partir de quina inclinació en qualsevol virolla comença a portar una mala posició.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

3.3 Instal·lació de GPS

Instal·lació d'un GPS, gràcies a un GPS podríem obtenir més informació important per el usuari, ja que gràcies amb el GPS es podria conèixer la velocitat, el traçat exacte i inclús en cas d'accidents o robatori conèixer la localització exacta de l'esquiador o aparell.

3.4 Instal·lació auriculars orientatius

Instal·lació i programació d'uns auriculars amb Bluetooth per a que el esquiador pugui rebre la informació instantània a través d'un missatge de veu, com per exemple: !Portes una posició atraçada d'un 30%!, !Portes una posició neutra perfecta!, etc.

3.5 Connexió amb smartwatch

La possibilitat de connectar-se amb un smartwatch i poder veure la imatge de la plantilla amb un mapatge de calor al damunt que permetre's veure l'usuari on està aplicant més pressió al mateix rellotge en tot moment, avui en dia rellotges com Garmin Fenix i d'altres ja porten integrats color per una bona visualització d'aquesta imatge i un GPS amb un mapatge de les pistes d'esquí.

3.6 Creació de App

La creació i programació d'una App Mòbil, i així no haver que visitar cap web per veure la informació sinó que la mateixa App s'encarregués de tot el comentat fins ara, facilitant la manipulació de les diferents opcions per a l'usuari i la visualització d'imatges, mapes o diferents dades. En aquesta també seria de gran utilitat que ens informes sobre mitges i totes les diferents dades en una pàgina inicial tipo dashboard que ens ofereix Grafana.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

4. Conclusions

Responent l'objectiu principal d'aquest projecte, que era poder rebre informació a temps real sobre la pressió aplicada en diferents punts d'una plantilla, amb l'objectiu de què un esquiador pugui saber en tot moment si porta una posició adequada en funció d'on s'està fent més pressió durant la baixada queda complert.

També m'agradaria comentar que tot i haver aconseguit rebre informació a temps real en una web amb l'ajut de Grafana, que ens permet veure gràficament la pressió que s'aplica en cada punt, no és la millor solució ni el més òptim, ja que l'ideal seria que a més a més de poder veure les gràfiques de cada punt i obtindré dades amb gran precisió l'ideal seria que l'esquiador o monitor responsable de veure totes les dades per tal de profunditzar en la millora d'aquest, pogués veure també una imatge amb diferents tonalitats de color en funció la pressió aplicada fent així més visual la comprensió de la posició que du l'esquiador.

Tot i això i a més a més de l'objectiu principal d'aquest treball, que a estat aconseguit, m'ha servit per a aprofundir coneixements en el camp de crear sensors propis, de conèixer les diferents possibilitats que hi ha en aquest àmbit, i apreciar també la complexitat que hi ha en aquest sector, a l'hora de crear alguna cosa nova i específica.

Comentar també que això sols ha sigut el començament d'un camí, ja que continuaré investigant i fent tot el que pugui amb l'objectiu futur de poder comercialitzar la plantilla, obtenint bons resultats i ajudant a tota la gent possible i amb ganes d'aprendre en l'àmbit de l'equí.

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador

5. Bibliografia

Matriu sensors (Similar a un teclat):

<https://www.baldengineer.com/arduino-keyboard-matrix-tutorial.html>

InfluxDB i grafana:

<https://simonhearne.com/2020/pi-influx-grafana/>

ESP32 MQTT

<https://iotdesignpro.com/projects/how-to-connect-esp32-mqtt-broker>

RaspberryPi - Grafana, Raspberry, Telegram - ESPANYOL

<https://redesteleco.com/grafana-influxdb-telegraf-raspberry/>

<https://www.jorgedelacruz.es/2019/07/22/en-busca-del-dashboard-perfecto-influxdb-telegraf-y-grafana-parte-xviii-monitorizar-temperatura-y-estado-de-raspberry-pi-4/>

ESP32 a Influx (funciona):

<https://github.com/tobiasschuerg/InfluxDB-Client-for-Arduino/blob/master/examples/BasicWrite/BasicWrite.ino>

Disseny d'una plantilla intel·ligent per a la correcció postural d'un esquiador